

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004年6月3日 (03.06.2004)

PCT

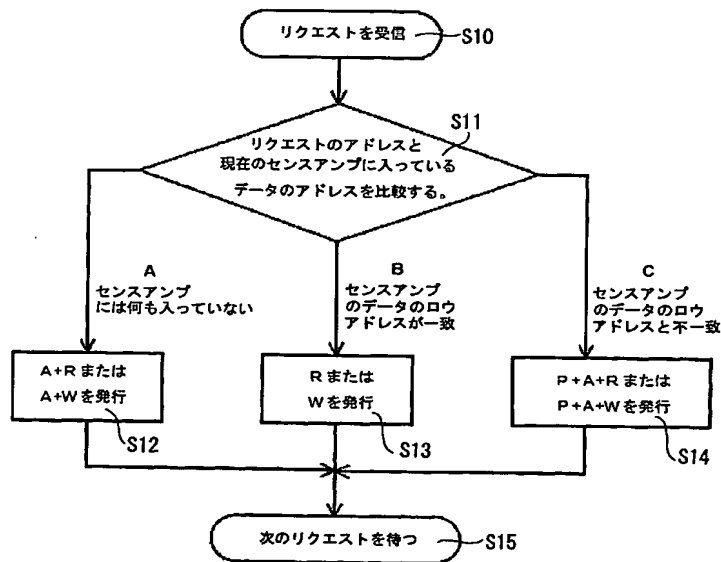
(10) 国際公開番号
WO 2004/047114 A1

- (51) 国際特許分類: G11C 11/407 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/013832 (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 下山 健 (SHI-MOYAMA, Takeshi) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).
(22) 国際出願日: 2003年10月29日 (29.10.2003)
(25) 国際出願の言語: 日本語 (74) 代理人: 中村 友之 (NAKAMURA, Tomoyuki); 〒105-0001 東京都港区虎ノ門1丁目2番3号 虎ノ門第一ビル9階 三好内外国特許事務所内 Tokyo (JP).
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ: 特願 2002-336834 2002年11月20日 (20.11.2002) JP (81) 指定国 (国内): CN, KR, US.
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 Tokyo (JP). (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

[続葉有]

(54) Title: INFORMATION STORAGE DEVICE, INFORMATION STORAGE METHOD, AND INFORMATION STORAGE PROGRAM

(54) 発明の名称: 情報記憶装置、情報記憶方法及び情報記憶プログラム



S10...RECEIVE REQUEST
S11...COMPARE ADDRESS SPECIFIED BY REQUEST
WITH ADDRESS OF DATA CURRENTLY STORED IN
SENSE AMPLIFIER
A...NO DATA IN SENSE AMPLIFIER
S12...ISSUE A+R OR A+W
B...ADDRESS SPECIFIED BY REQUEST MATCHES ROW
ADDRESS OF DATA IN SENSE AMPLIFIER
S13...ISSUE R OR W
C...ADDRESS SPECIFIED BY REQUEST DOES NOT
MATCH ROW ADDRESS OF DATA IN SENSE AMPLIFIER
S14...ISSUE P+A+R OR P+A+W
S15...WAIT FOR NEXT REQUEST

(57) Abstract: A synchronous information storage device that controls the operation timing using a synchronous clock and exhibits improved performance through highly efficient operation processing and reduced power consumption of feature of DRAMs. The information storage device comprises a plurality of memory cells in which data is stored by storing electrical charges; and an amplifier that amplifies the charges of the memory cells, wherein a synchronous clock is used to time the input/output of the data. This information storage device performs two operations, that is, a charge extraction operation that extracts electrical charges transferred from the memory cells to the amplifier or a charge storing operation that stores charges from the amplifier into the memory cells and an input/output operation of the amplifier from/to a unit external to the information storage device, using the single clock of the synchronous clock for the timing.

(57) 要約: 同期クロックを用いて動作のタイミングを制御する同期型情報記憶装置において、高効率な動作処理から性能の向上を図ると共に、DRAMの特徴である低消費電力も実現させる。電荷を蓄積させることでデータを記憶する複数のメモリセルと、該メモリセルの電荷を増幅させる増幅器とを有し、該データの出入力のタイミングに同期クロックが用いられる情報記憶装置において、前記メモリセルから前記増幅器までの電荷を取り出す電荷取り出し動作又は前記増幅器から前記メモリセルに対して電荷を蓄積させる電荷蓄積動作と、前記増幅器に

ついて当該情報記憶装置の外部に対する入出力動作との2つの動作を前記同期クロックの単独クロックを同期のタイミングとして処理する。

BEST AVAILABLE COPY

WO 2004/047114 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

情報記憶装置、情報記憶方法及び情報記憶プログラム

5

技術分野

本発明は電荷を蓄積させることでデータを記憶するタイプの情報記憶装置に関し、特にクロック信号によって同期をとる方式の同期型情報記憶装置に関する。

10

背景技術

パーソナルコンピュータなどのシステムのメインメモリとして用いられる情報記憶装置の一例として、D R A M (Dynamic Random Access Memory) が広く用いられてきており、その中でも従来の非同期な D R A M よりも高速化が可能な S D R A M (Synchronous Dynamic Random Access Memory: 同期型 D R A M) を用いる例が増加してきている。S D R A M は、ベースとなるクロック周波数に動作を同期させるメモリ装置であり、タイミングの認識がクロック信号に同期することから確実なものとなり、高速な動作が実現される。特に、システムクロックに同期しながら連続的にデータを出力する(所謂バースト転送時など) 場合に高効率なデータ送出が可能となる。

20

ここで、S D R A M の動作について説明すると、1つのクロック内に行われる動作としては、アクティベート動作、リード動作またはライト動作、プリチャージ動作などの各動作がデータの取扱いに用いられている。これらの動作は外部からの例え

25

ばメモリコントローラからのコマンドによって指示される。各基本動作について、簡単には、アクティベート動作は、メモリのデータをセンスアンプで増幅するように取り出す動作であり、リード動作はセンスアンプに存在するデータを出力バッファを介して出力する動作であり、ライト動作はI/O線にあるデータをセンスアンプまで送る動作である。また、プリチャージ動作はセンスアンプに存在するデータを以ってメモリセルに書き戻す動作である。

入力バッファの高速応答性を損なうことなく必要な動作サイクルでのみ入力バッファ回路を活性化させ、低消費電流化をも実現することができる同期型半導体記憶装置を提供する技術が知られている（例えば、特開2002-074953号公報参照）。

一般に、従来のSDRAMは1つのクロック内に行う動作はアクティベート動作、リード動作又はライト動作、プリチャージ動作のいずれか1つを行うように設計されている。また、通常のSDRAMにおいても、動作を保証するための時間的な制約があり、コマンドの発行に際してレイテンシーの制約や実時間の制約がある。レイテンシーの制約とは、同期クロックの周波数には無関係の制約であり、リードコマンドを発行してからデータが出てくるまでのクロック数であるCASレイテンシーなどが代表的な例である。これに対して実時間の制約としては、通常、アクティベート動作からプリチャージ動作までの時間である T_{ras} （RASアクティベート時間）、アクティベート動作からリード動作までの時間である T_{rcd} （RAS-CAS遅延時間）、プリチャージ動作からアクティベート動作までの時間である T_{rp}

(プリチャージ時間)などのパラメータがあり、コマンド発行には最低でもこれらの時間だけ待つ必要があり、待たない場合には動作保証されないことになる。

5 S D R A Mにおける時間的な制約の中、前述の実時間の制約については、動作周波数が遅くなりクロックの周期が前記実時間の制約よりも長くなる時では、コマンドの発行タイミングはサイクル毎に決められていることから、クロック毎にコマンドの発行が可能であった場合でもクロックの周期の大半が動作に必要のない空き時間となってしまう、当該 S D R A Mの性能
10 が低下すると言う問題が生ずる。

また、S D R A Mの一例として、アクティベート動作、リード動作又はライト動作、プリチャージ動作の3つの動作を同時に実行する、S R A M (Static Random Access Memory)の如き
15 D R A Mも知られている。この様なD R A Mにおいては、ページの管理などをD R A Mコントローラに持たせなくとも済むと言う利点があるものの、全クロック毎にプリチャージ動作を実行してしまうため、D R A Mの特徴である低消費電力を損なうと言う問題点が生ずる。

そこで、本発明は上述の技術的な課題に鑑み、同期クロック
20 を用いて動作のタイミングを制御する同期型情報記憶装置において、高効率な動作処理から性能の向上を図ると共に、D R A Mの特徴である低消費電力も実現できる情報記憶装置、及びその情報記憶方法の提供を目的とする。

25 発明の開示

上述の技術的な課題を解決するため、本発明の情報記憶装置

は、電荷を蓄積させることでデータを記憶する複数のメモリセルと、該メモリセルの電荷を増幅させる増幅器とを有し、該データの入出力のタイミングに同期クロックが用いられる情報記憶装置において、前記メモリセルから前記増幅器までの電荷
5 を取り出す電荷取り出し動作又は前記増幅器から前記メモリセルに対して電荷を蓄積させる電荷蓄積動作と、前記増幅器について当該情報記憶装置の外部に対する入出力動作との2つの動作を前記同期クロックの単独クロックを同期のタイミングとして処理することを特徴とする。

10 データの入出力のタイミングに同期クロックが用いられる情報記憶装置では、同期クロックが低周波数側にシフトした場合には、その性能面から1クロックの期間でも十分に2つの動作を行うことが可能な場合がある。従って、2つの動作を行う
15 コマンドを新たに設定し、これら2つの動作を同期クロックの単独クロックを同期のタイミングとして処理することで、高効率なデータ処理が可能となる。また、複数の動作を行う場合でも3つの基本動作の全てを毎クロックごとに行うものではないため、動作の一部が省略可能となり、低消費電力化が可能である。

20 また、本発明の他の情報記憶装置は、電荷を蓄積させることでデータを記憶する複数のメモリセルと、該メモリセルの電荷を増幅させる増幅器とを有する情報記憶装置において、要求されたメモリセルのアドレスと前記増幅器に一時的に保持されているデータとを比較する比較器を備え、前記比較器は、前記
25 増幅器のデータのアドレスと一致しないとき、前記増幅器から前記メモリセルに対して電荷を蓄積させる電荷蓄積動作、前記

増幅器について当該情報記憶装置の外部に対する入出力動作、前記メモリセルから前記増幅器までの電荷を取り出す電荷取り出し動作の順番で、1つの単独クロックを同期のタイミングとして一度にまとめて処理させるように指示を出すことを特徴とする。

この情報記憶装置によれば、要求信号の受信時に該要求信号にかかるメモリセルのアドレスと、前記受信時における前記増幅器に一時的に保持されているデータのアドレスとが比較されるため、同じアドレスからのデータを連続的に出力する場合などにおいて、特に高速なデータ出力が実現されることになり、当該情報記憶装置の性能向上を図ることができる。

また、本発明の他の情報記憶装置は、電荷を蓄積させることでデータを記憶する複数のメモリセルと、該メモリセルの電荷を増幅させる増幅器とを有し、同期クロックの単独クロック毎に前記メモリセルから前記増幅器までの電荷を取り出す電荷取り出し動作と、前記増幅器から前記メモリセルに対して電荷を蓄積させる電荷蓄積動作と、前記増幅器について当該情報記憶装置の外部に対する入出力動作とを行う情報記憶装置において、要求されたメモリセルのアドレスと前記増幅器に入っているデータを比較する比較器を備え、前記増幅器のデータのアドレスと一致するとき、前記同期クロックの単独クロックを同期のタイミングとして、前記増幅器から前記メモリセルに対して電荷を蓄積させる電荷蓄積動作、前記増幅器について当該情報記憶装置の外部に対する入出力動作、前記メモリセルから前記増幅器までの電荷を取り出す電荷取り出し動作の順番で一度にまとめて処理させるように指示を出すことを特徴とする。

この情報記憶装置によれば、要求信号の受信時に該要求信号にかかるとメモリセルのアドレスと、前記受信時における前記増幅器に一時的に保持されているデータのアドレスとが比較されるため、同じアドレスからのデータを連続的に出力する場合
5 などにおいて、特に高速なデータ出力が実現されることになり、当該情報記憶装置の性能向上を図ることができる。

本発明の情報記憶方法は、要求信号を受けた際に該要求信号にかかるとメモリセルのアドレスと増幅器に一時的に保持されているデータのアドレスと比較する手順と、比較した結果に応じて前記メモリセルから前記増幅器までの電荷を取り出す電
10 荷取り出し動作と、前記増幅器から前記メモリセルに対して電荷を蓄積させる電荷蓄積動作と、前記増幅器について当該情報記憶装置の外部に対する入出力動作とを選択的に実行する手順とを有することを特徴とする。

15 本発明の情報記憶方法によれば、アドレスの比較が行われることから、同一クロック内で並行して処理できる動作が選択可能であり、そのアドレスの比較に基づき最適な動作が選択される。選択された動作は、同一クロック内で並行して処理が可能であり、高速な処理が実現される。

20 図面の簡単な説明

図1は、本発明の実施の形態のSDRAMとメモリコントローラの一例を示すブロック図である。

25 図2は、本発明の実施の形態のSDRAMで使用される信号とコマンドの対応の一例を示す表である。

図3は、DRAMにおけるリード動作の相違から本発明の実

施の形態の S D R A M の高速動作を説明するためのタイムチャートであって、(A) は D R A M の最高動作周波数 (F_{\max}) でのリード動作のタイムチャート、(B) は D R A M の最高動作周波数の半分の周波数 ($F_{\max}/2$) でのリード動作のタイムチャート、(C) は本発明の実施の形態の S D R A M において拡張複合動作を実行した場合のリード動作のタイムチャートである。

図 4 は、D R A M におけるリード動作の相違から本発明の実施の形態の S D R A M の低消費電力特性を説明するためのタイムチャートであって、(A) は D R A M の最高動作周波数 (F_{\max}) でのリード動作のタイムチャート、(B) は本発明の実施の形態の S D R A M において拡張複合動作を実行した場合のリード動作のタイムチャートである。

図 5 は、本発明の実施の形態の S D R A M の動作を説明するためのフローチャートである。

図 6 は、本発明の実施の形態の S D R A M の他の動作を説明するためのフローチャートである。

図 7 は、本発明の実施の形態の S D R A M の他の動作を説明するためのフローチャートであり、図 6 の A の続きのフローチャートである。

図 8 は、P D A にメモリコントローラと本発明の実施の形態の S D R A M を組み込んだ例を示すブロック図である。

発明を実施するための最良の形態

本発明の情報記憶装置の一例としての S D R A M (Synchronous Dynamic Random Access Memory: 同期型 D R A M) につい

て、図面を参照しながら説明する。

図 1 は、本実施の形態のメモリユニット 3 1 と該メモリユニット 3 1 に制御信号を送るために設けられるメモリコントローラ 3 0 を示すブロック図である。メモリユニット 3 1 が S D R A M の構成になっており、可変なクロック信号 CLK_v が所要の周波数制御部から供給される構造になっている。

メモリコントローラ 3 0 は、D R A M であるメモリユニット 3 1 の動作を制御するための制御信号を出力するデバイスである。制御信号は、C S (チップセレクト)、R A S (ロウアドレスストロープ)、C A S (カラムアドレスストロープ)、W E (ライトイネーブル)、C K E (クロックイネーブル)、B A (バンク)、行アドレス (カラムアドレス)、列アドレス (ロウアドレス) などの各種制御信号、アドレス信号に加えて、本実施形態では E X T (エクステンション) 信号と M O D E (モード) 信号が出力されて、これらの制御信号がメモリユニット 3 1 に入力される。なお、これらの信号とコマンドの対応関係については、図 2 を参照しながら後述する。また、このメモリコントローラ 3 0 には、可変なクロック周波数 CLK_v の周波数情報 Inf_q が図示しない周波数制御部や C P U から供給され、周波数情報 Inf_q に基づく制御も可能である。

メモリユニット 3 1 は、メモリバンク 5 5 と、各セルの充電された電荷を増幅させるセンスアンプ 5 6 や、その他の周辺回路から構成される。メモリバンク 5 5 は、実際にデータを記憶する回路であり、複数のセル 5 5 a から構成されている。各セル 5 5 a は、コンデンサ状の構成となっており、データに対応して、各セル 5 5 a を電荷が充電された状態とするか、または、

充電されない状態とすることにより、各セル 5 5 a の充電状態のパターンによりデータを記憶するものである。本実施の形態においてはセル 5 5 a は、1 個のメモリバンク 5 5 に対して 8 × 8 個設けられている例を示しているが、当然のことながら、

5 セル 5 5 a の数は、これ以外の数であってもよい。

また、メモリバンク 5 5 上の行毎のセル 5 5 a の集まりは、特にページ 5 5 b と呼ばれる。さらに、メモリバンク 5 5 は、リフレッシュ制御回路のリフレッシュタイミング発生器よりリフレッシュ信号が入力されるか、または、行セクタ 5 3 より

10 り読み出し信号が入力されると、信号が入力された行に対応するページ 5 5 b 単位で、各セル 5 5 a の電荷をセンスアンプ 5 6 に転送する。尚、図 1 中、メモリバンク 5 5 の縦横に表示された番号（0 乃至 7）は、メモリバンク 5 5 の各セル 5 5 a の垂直方向の位置を示す行、および、水平方向の位置を示す列の

15 それぞれの番号を示している。

センスアンプ 5 6 は、行セクタ 5 3 により指定されたページ 5 5 b のセル 5 5 a のデータが転送されてくると、それを受け取り、さらに、所定の電位まで増幅し、再び、元のページ 5 5 b に転送することができる。このとき、電荷が蓄積された状態

20 で、列セクタ 5 7 より指定された列のデータを読み出し信号が入力されると、センスアンプ 5 6 は、指定された列のデータを読み出して、出力アンプ 5 8 に出力する。

尚、図 1 中、センスアンプ 5 6 は、1 ページ 5 5 b 分のセル 5 5 a の電荷だけしか増幅できない構成となっている。このため、リフレッシュ処理、または、読み出し処理のいずれかの 1

25 ページ分の処理だけしか処理できないので、セルフリフレッシュ

ュタイミング発生器より発生されるリフレッシュ信号、または、行セクタ 5 3 より発生される読み出し信号は、これらの処理が、いずれかの行に対して実行されるタイミングとなるように発生されるように C P U により制御される。また、センスアンプ 5 6 は、複数のページ（行）に対して、リフレッシュ処理、または、読み出し処理を同時に並列処理できるよう複数に設けるようにしても良い。

列アドレスラッチ 5 2 は、メモリコントローラ 3 0 から入力される C A S 信号を受信すると、動作状態をオンにし、メモリバンク 5 5 上のセル 5 5 a の位置を示すアドレスの列の情報を列セクタ 5 7 に出力する。列セクタ 5 7 は、列アドレスラッチ 5 2 より入力された列に対応するセンスアンプ 5 6 上のデータの読み出し信号をセンスアンプ 5 6 に出力し、出力アンプ 5 8 に読み出させる。出力アンプ 5 8 は、入力された電荷をさらに倍増して、メモリコントローラ 3 0 を介して C P U にデータを出力する。

次に、C P U からの指令によりメモリコントローラ 3 0 がメモリバンク 5 5 のセル 5 5 a のデータを読み出す動作について説明する。例えば、C P U からの指令により、メモリコントローラ 3 0 が D R A M のメモリバンク 5 5 の 6 行 4 列目のセル 5 5 a のデータを読み出そうとする場合、C P U は、メモリコントローラ 3 0 に第 6 行第 4 列目のセル 5 5 a のデータを読み出すように指令する。メモリコントローラ 3 0 の制御信号発生部は、この指令を受け取ると、R A S 信号を行アドレスラッチ 5 1 に出力した後、対応するアドレスの信号を行アドレスラッチ 5 1、および、列アドレスラッチ 5 2 に出力する。行ア

ドレスラッチ 5 1 は、R A S 信号を制御信号発生部より受け取ると、その動作をオンにし、続けて受信されるアドレス情報の行の情報を行セクタ 5 3 に出力する。従って、本実施の形態の S D R A M の場合、「第 6 行目」という情報が、行セクタ 5 5 3 に出力される。

行セクタ 5 3 は、行アドレスラッチ 5 1 から入力された行の情報に基づいて、その行に対応するページ 5 5 b のセル 5 5 a の電荷をセンスアンプ 5 6 に転送させる読み出し信号を出力する。すると、本実施の形態の S D R A M の場合、メモリバンク 5 5 上の図中実線で囲まれた第 6 行目のページ 5 5 b のセル 5 5 a の電荷が、センスアンプ 5 6 に出力される。センスアンプ 5 6 は、転送されてきた電荷の電荷量を所定の値まで増幅させる。このセル 5 5 a の情報が読み出されてセンスアンプ 5 6 で増幅される動作がアクティベート動作である。

このとき、制御信号発生部は、C A S 信号を列アドレスラッチ 5 2 に出力すると共に、アドレス信号を行アドレスラッチ 5 1、および列アドレスラッチ 5 2 に出力する。列アドレスラッチ 5 2 は、C A S 信号を制御信号発生部より受け取ると、その動作をオンにし、続けて受信されるアドレス情報の列の情報を列セクタ 5 7 に出力する。従って、本実施の形態の S D R A M の場合、「第 4 列目」という情報が、列セクタ 5 7 に出力される。

列セクタ 5 7 は、入力された列の情報に基づいて、その列に対応するセンスアンプ 5 6 で増幅された電荷を出力アンプ 5 8 に転送させる読み出し信号を出力する。すなわち、本実施の形態の S D R A M の場合、センスアンプ 5 6 は、この読み出

し信号に基づいて、図中実線で囲まれた第4列目のセル55aの電荷が、出力アンプ58に出力される。このセンスアンプ56から出力アンプ58にデータを出力する動作がリード動作である。

- 5 出力アンプ58は、転送されてきた電荷の電荷量を転送に必要な所定の値まで増幅させた後、メモリコントローラ30を介してCPUにデータを出力する。尚、この後、センスアンプ56は、増幅した第6行目のページ55bの電荷を、再びメモリバンク55上の元のセル55aに戻すことを行う。これがプリチャージ動作である。従って、データの読み出しがなされた(図10 1の場合、第6行目)ページ55b上の8個のセル55aは、充電電荷量が元の状態(フルチャージ状態)に戻されることになる。

- 15 以上の動作は、一般的なSDRAMと同様であり、本実施の形態のSDRAMにおいては、更にセル55aからセンスアンプ56までの電荷を取り出すアクティベート動作又はセンスアンプ56からセル55aに対して電荷を蓄積させるプリチャージ動作と、センスアンプ56について当該SDRAMの外部に対するリード・ライト動作との2つの動作を同期クロック
20 の単独クロックを同期のタイミングとして処理することが可能である。また、本実施の形態のSDRAMにおいては、センスアンプ56に保持されているデータのアドレスに応じ同期クロックの単独クロックで行われる動作として、センスアンプ56からセル55aに対して電荷を蓄積させるプリチャージ
25 動作がセル55aからセンスアンプ56までの電荷を取り出すアクティベート動作よりも先行することも特徴としている。

これらの拡張された S D R A M の動作について更に具体的に説明する。本実施の形態の S D R A M では、単独クロック内の複合動作のパターンとして、アクティベート動作 ("A") に続いて連続的に次のリード動作 ("R") を行うアクティベート・リード動作 ("A + R") と、アクティベート動作 ("A") に続いて連続的に次のライト動作 ("W") を行うアクティベート・ライト動作 ("A + W") と、これらの複合動作のパターンにそれぞれセンスアンプ 5 6 からセル 5 5 a に対して電荷を蓄積させるプリチャージ動作 ("P") を単独クロック内で先行させたプリチャージ・アクティベート・リード動作 ("P + A + R") 及びプリチャージ・アクティベート・ライト動作 ("P + A + W") とが 4 つの拡張複合動作として実行可能となっている。なお、本実施の形態の S D R A M のこれら 4 つの拡張複合動作は一例に過ぎず、他の組み合わせからなる複合動作も可能である。

このような拡張された S D R A M の動作は、図 2 に示す信号・コマンド対応表によってコマンド発行が行われる。図 2 に示す信号とコマンドの対応は一例に過ぎず、他の組み合わせによってコマンドを発行するようにしても良い。なお、コマンドの指定を既存の信号の組み合わせではなく、新たな信号を追加して形成するようにすることも可能である。また、バー記号は簡単のために省略している。

図 2 に示すように、基本的には M O D E 信号と E X T 信号が前述の 4 つの拡張複合動作に対するコマンドを有効化する。すなわち、E X T 信号が "L" (低レベル) とされ且つ M O D E 信号も "L" (低レベル) とされた場合に、センスアンプ 5 6 から

セル 5 5 a に対して電荷を蓄積させるプリチャージ動作 ("P") を単独クロック内で先行させたプリチャージ・アクティベート・リード動作 ("P + A + R") 及びプリチャージ・アクティベート・ライト動作 ("P + A + W") のどちらかの動作が行われることになり、その際に WE (ライトイネーブル) 信号が "H" (高レベル) の場合に、プリチャージ・アクティベート・リード動作 ("P + A + R") が実行され、逆に WE (ライトイネーブル) 信号が "L" (低レベル) の場合に、プリチャージ・アクティベート・ライト動作 ("P + A + W") が実行される。

残りの 2 つの拡張複合動作であるアクティベート動作 ("A") に続いて連続的に次のリード動作 ("R") を行うアクティベート・リード動作 ("A + R") と、アクティベート動作 ("A") に続いて連続的に次のライト動作 ("W") を行うアクティベート・ライト動作 ("A + W") とは、EXT 信号が "L" (低レベル) とされ且つ MODE 信号が "H" (高レベル) とされた場合に実行される。これらの場合でも、アクティベート・リード動作 ("A + R") とアクティベート・ライト動作 ("A + W") の間の違いは、WE (ライトイネーブル) 信号に依存し、WE (ライトイネーブル) 信号が "H" (高レベル) の場合に、アクティベート・リード動作 ("A + R") が実行され、逆に WE (ライトイネーブル) 信号が "L" (低レベル) の場合に、アクティベート・ライト動作 ("A + W") が実行される。

他の動作、すなわち SDRAM の基本的な動作は、EXT 信号が "H" (高レベル) の時に実行され、CS (チップセレクト) 信号、RAS (ロウアドレスストロープ) 信号、CAS (カラムアドレスストロープ) 信号、WE (ライトイネーブル) 信号の組み合

わせで各種コマンドが指定される。具体的には、先ず、CS（チップセレクト）信号が“L”（低レベル）となった時に、当該メモリユニット31が選択されている状態となり、CS信号が“H”レベルの時、非動作（DESL）となる。

5 前述の如きアクティベート動作“A”、リード動作“R”、プリチャージ動作“P”のそれぞれコマンドは、CS（チップセレクト）信号が“L”レベルで、RAS（ロウアドレスストロブ）、CAS（カラムアドレスストロブ）、WE（ライトイネーブル）の各信号の組み合わせによって形成される。具体的には、RAS信号が“L”
10 レベル、CAS信号が“H”レベル、WE信号が“H”レベルの組み合わせでアクティベート動作のコマンド（ACT）が構成され、RAS信号が“H”レベル、CAS信号が“L”レベル、WE信号が“H”レベルの組み合わせでリード（読み出し）動作のコマンド（READ）が構成され、RAS信号が“H”レベル、CAS信号が“L”レベル、WE信
15 号が“L”レベルの組み合わせでライト（書き込み）動作のコマンド（WRITE）が構成され、RAS信号が“L”レベル、CAS信号が“H”レベル、WE信号が“L”レベルの組み合わせでプリチャージ動作のコマンド（PRE）若しくは全バンクプリチャージ動作のコマンド（PALL）が構成される。

20 また、命令なし（NOP）は、CS（チップセレクト）信号が“L”レベルで、RAS信号が“H”レベル、CAS信号が“H”レベル、WE信号が“H”レベルの組み合わせで構成され、メモリセルのデータを十分な充電状態とするリフレッシュ（REF）は、CS信号が“L”レベルで、RAS信号が“L”レベル、CAS信号が“L”レベル、
25 WE信号が“H”レベルの組み合わせで構成される。モードセット（MRS）はCS信号が“L”レベルで、RAS信号が“L”レベル、CA

S信号が“L”レベル、WE信号が“L”レベルの組み合わせで構成され、バーストストップ（BST）はCS信号が“L”レベルで、RAS信号が“H”レベル、CAS信号が“H”レベル、WE信号が“L”レベルの組み合わせで構成される。

- 5 この図2に示す信号とコマンドの対応は一例に過ぎず、他の組み合わせによってコマンドを指定するようにしても良い。また、拡張複合動作としてプリチャージ・アクティベート・リード動作（“P + A + R”）、プリチャージ・アクティベート・ライト動作（“P + A + W”）、アクティベート・リード動作（“A + R”）、及びアクティベート・ライト動作（“A + W”）の
10 4つを例示したが、さらに多くの拡張複合動作を実行可能とさせる場合では、例えばMODEの指定について複数ビットに拡張することで対応が可能となる。

- 次に、図3及び図4を参照しながら、本実施の形態のSDRAM
15 AMによる動作について更に詳しく説明する。図3は低周波数の同期クロックを与えた時の性能を示すものであり、（A）は従来のDRAM（比較例）の最高動作周波数（ F_{max} ）でのリード動作を示すタイムチャート、（B）は従来のDRAMの最高動作周波数（ F_{max} ）の半分の周波数（ $F_{max}/2$ ）でのリード動作を示すタイムチャート、（C）は本実施の形態のSDRAMを用いて拡張複合動作を実行した場合のタイムチャート
20 である。図中、“A”はアクティベート動作、“R”はリード動作、“P”はプリチャージ動作をそれぞれ示す。

- 従来のDRAM（比較例）の場合、図3の（A）に示すよう
25 に、DRAMの最高動作周波数（ F_{max} ）で同期がとれている状態では、データの出力（図中、灰色領域）までにアクティベ

ート動作“A”、リード動作“R”、プリチャージ動作“P”の3つ
が各単独クロックで動作して合計3クロックかかることになる。
図3の(A)では3クロック目のプリチャージのクロック
でデータの出力がなされていることが分かる。この同じD R A
5 Mを最高動作周波数(F_{max})の半分の周波数($F_{max}/2$)で
動作させた場合を示すのが、図3の(B)のタイムチャートで
ある。D R A Mは同期型であるために、クロックの周期が2倍
に長くなった場合でも、同様にアクティベート動作“A”、リー
ド動作“R”、プリチャージ動作“P”の3つが各単独クロックで
10 動作して合計3クロックかかることには変わりがなく、それぞ
れのクロックが2倍の周期となることから、最高動作周波数
(F_{max})のクロックで第5番目と第6番目に該当するタイミ
ングでデータが出力される。この時、各動作は余裕を以って処
理されることになるが、クロックで同期するように制御される
15 ことから、動作も2倍多く時間がかかることになる。

図3の(C)では、アクティベート動作“A”とリード動作“
R”とが複合して行われるアクティベート・リード動作(“A +
R”)が実行され、その結果としてデータの出力が(B)の場
合に比べて1クロック分も早くなっている。前述のように、ア
クティベート動作“A”とリード動作“R”の各動作は、最高動作
20 周波数(F_{max})の単独クロック内で処理が終了するように構
成されており、従って、最高動作周波数(F_{max})の周期が2
倍に長くなる半分の低い周波数の場合では、1クロックの間に
2つの動作を処理でき、ここではアクティベート・リード動作
25 (“A + R”)が実行される。その結果、次の第2番目のクロッ
クはプリチャージ動作“P”となり、(B)の場合に比べて1ク

ロック分も早く処理が可能となる。このように拡張複合動作であるアクティベート・リード動作("A + R")を用いることで、全体としての高速処理が実現され、メモリの性能が向上する。

次に図 4 を参照しながら、本実施の形態の S D R A M が低消費電力も達成できる点についても説明する。図 4 の (A) は、従来の D R A M の一例として、アクティベート動作、リード動作、プリチャージ動作の 3 つの動作を単独クロック内に実行する、S R A M (Static Random Access Memory) の如き S D R A M の動作を示すタイムチャートである。この従来の D R A M の一例では、各クロック毎にそれぞれアクティベート動作、リード動作、プリチャージ動作の 3 つの動作 ("A + R + P") が実行される。データも各クロック毎に出力されることになる。3 つの動作の中、アクティベート動作 ("A") とプリチャージ動作 ("P") はそれぞれ各メモリバンクに対応したセンスアンプを稼働させて増幅する動作が伴うため、それぞれ消費電力がリード動作やライト動作に比べて大きくなる。例えば、図 4 の (A) のように、アクティベート動作、リード動作、プリチャージ動作の 3 つの動作を単独クロック内に実行することを連続して 5 回行った場合では、アクティベート動作が合計 5 回、リード動作が合計 5 回、プリチャージ動作が合計 5 回となり、その分だけ電力が消費されることになる。

これに対して本実施の形態の S D R A M の場合では、特定のセルをリード動作で読み出すためにアクティベート動作で読み出された行アドレス (ページ) の中に、次回以降の指令で読み出されるデータ (セル) が含まれる場合、アクティベート動作やプリチャージ動作が適度に省略された形式の指令に代え

ることができ、図4の(B)の例では、アクティベート・リード動作("A + R")が第1番目のクロックで指令され、第2番目と第3番目のクロックでリード動作("R")が指令され、第4番目のクロックでプリチャージ・アクティベート・リード動作("P + A + R")が指令され、第5番目のクロックでは再びリード動作("R")が指令される。この一連の動作では、全ての動作にリード動作が含まれることから、データも各クロック毎に出力されることになる。この図4の(B)の例では、最初の3クロックでは、データの読み出しにかかるアドレス(ページ)が変わらない例となっており、その分だけプリチャージ動作やアクティベート動作を省略することが可能である。また、第4番目のクロックのコマンドは、センスアンプからセルに対して電荷を蓄積させるプリチャージ動作("P")がセルからセンスアンプまでの電荷を取り出すアクティベート動作("A")よりも先行する。このプリチャージ・アクティベート・リード動作は行アドレス(ページ)が変化する場合に指定すれば良く、逆に読み出しの際にその前後のデータについての行アドレス(ページ)が変化しない場合においては、消費電力の小さなリード動作("R")だけを指定すれば良いことになる。図4の(B)の例では、5クロックのデータの読み出しに関して、アクティベート動作が合計2回、リード動作が合計5回、プリチャージ動作が合計1回となり、図4の(A)の動作との比較において、アクティベート動作の3回分とプリチャージ動作の4回分だけ電力の消費が節約されることになる。これらアクティベート動作とプリチャージ動作は、元来消費電力が大きいことから、アクティベート動作とプリチャージ動作のそれぞれ動作回数

の節約は大幅な消費電力の低減となる。

このような毎回プリチャージを行わない制御方法では、通常はアクティベート・リード動作 ("A + R") のコマンドを発行してデータの入出力をする。するとコマンド発行後はページは
5 アクティブのままであり、アクセスにかかるページが同じページである場合では、単なるリード動作を行うようにすれば良い。一方、アクセスにかかるページが異なるページである場合では、1クロック内にプリチャージ・アクティベート・リード動作 ("P + A + R") をこの順番で、特にセンスアンプからセルに対して電荷を蓄積させるプリチャージ動作 ("P") がセルからセ
10 ンスアンプまでの電荷を取り出すアクティベート動作 ("A") よりも先行するようにすることで、全くレイテンシーは従来のS R A M的なD R A Mと変わらないまま、不必要なアクティベート動作とプリチャージ動作を抑制することができ、低消費電力化を実現できることになる。

次に、図5～図7を参照して、本実施の形態のS D R A Mにおける他の制御方法について説明する。図5はリクエストにかかるアドレスとセンスアンプのデータのアドレスの比較を行って複合動作のコマンドを発行するためのフローチャートである。このフローチャートに従って処理を行うのは、例えばメモ
20 リコントローラなどの制御デバイスであるが、メモリがマイコンの一部などである場合には、周辺に配設されるメモリ制御回路である。

まず、手順S 1 0でC P Uなどの演算処理デバイスからリクエストを受信する。このリクエストは、例えば、データの読み出しや書き込みなどの要求であり、所定のメモリセルのアドレ
25

5 スを指定して要求がメモリコントローラなどの制御デバイスに入力する。次に、手順 S 1 1 でリクエストにかかるセルのアドレスと、S D R A M のセンスアンプに入っている現在のデータのアドレスとを比較する。この比較によって次の 3 つの場合分けがなされる。

第 1 はセンスアンプにデータが入っていない場合であり、この場合には手順 S 1 2 に進み、アクティベート・リード動作 ("A + R") のコマンド若しくはアクティベート・ライト動作 ("A + W") のコマンドを発行してデータの入出力をする。この
10 コマンドの発行の後、手順 S 1 5 に進み、次のリクエストの待機状態に入る。手順 S 1 1 の第 2 の場合はセンスアンプのデータのロウアドレスがリクエストにかかるセルのロウアドレスと一致する場合である。この場合には、手順 S 1 3 に進み、リード動作 ("R") のコマンド若しくはライト動作 ("W") の
15 コマンドが発行される。センスアンプのデータのロウアドレスがリクエストにかかるセルのロウアドレスと一致する場合は、セルからセンスアンプまでの電荷を取り出すアクティベート動作 ("A") やセンスアンプからセルに対して電荷を蓄積させるプリチャージ動作 ("P") が不要となることから、単発の
20 リード動作 ("R") のコマンド若しくはライト動作 ("W") のコマンドの発行だけで処理を進めることができ、このようにリード動作 ("R") 若しくはライト動作 ("W") の単発なコマンドで処理を進めることにより、不必要で消費電力が比較的に大きなアクティベート動作とプリチャージ動作を抑制することが
25 できる。このコマンドの発行の後、手順 S 1 5 に進み、次のリクエストの待機状態に入る。

手順 S 1 1 の第 3 の場合は、センスアンプにデータが入っている場合であって、そのデータのロウアドレスがリクエストにかかるセルのロウアドレスと一致しない場合である。この場合には、手順 S 1 4 に進み、プリチャージ・アクティベート・リード動作 ("P + A + R") のコマンド若しくはプリチャージ・アクティベート・ライト動作 ("P + A + W") のコマンドが発行される。センスアンプのロウアドレスがリクエストにかかるセルのロウアドレスと一致しない場合では、データの置換が必要となり、それには先行するデータを書き戻した後にセンスアンプまで読み出す必要があり、センスアンプからセルに対して電荷を蓄積させるプリチャージ動作 ("P") がセルからセンスアンプまでの電荷を取り出すアクティベート動作 ("A") よりも先行することになる。アクティベート動作 ("A") の後、リード動作 ("R") 若しくはライト動作 ("W") のコマンドが発行され、所要のリクエストにかかるアドレスのデータが読み込まれ若しくは書き込まれる。このコマンドの発行の後、手順 S 1 5 に進み、次のリクエストの待機状態に入る。

このようなフローチャートに従う処理によって、特にレイテンシーなどを変更せずに、不必要なアクティベート動作とプリチャージ動作を抑制することができ、低消費電力化を実現できることになる。なお、この図 5 に示す処理は、プリチャージ・アクティベート・リード動作 ("P + A + R") のコマンド、プリチャージ・アクティベート・ライト動作 ("P + A + W") のコマンド、アクティベート・リード動作 ("A + R") のコマンド、アクティベート・ライト動作 ("A + W") のコマンド、リード動作 ("R") のコマンド、及びライト動作 ("W") の 6 つ

のコマンドが常に発行できるプログラムとなっている。

図 6 及び図 7 を参照して、本実施の形態の S D R A M における更に他の制御方法について説明する。図 6 及び図 7 はプリチャージ・アクティベート・リード動作 ("P + A + R") の如き
5 3 つの動作を単独クロックで実行できる程周波数が低下していない場合も考慮した処理の一例のフローチャートである。なお、図 6 の A (手順 S 2 5) が図 7 の A に連続する。このフローチャートに従って処理を行うのは、例えばメモリコントローラなどの制御デバイスであるが、メモリがマイコンの一部など
10 である場合には、周辺に配設されるメモリ制御回路である。

先ず、手順 S 2 0 で C P U などの演算処理デバイスからリクエストを受信する。このリクエストは、例えば、データの読み出しや書き込みなどの要求であり、所定のメモリセルのアドレスを指定して要求がメモリコントローラなどの制御デバイス
15 に入力する。次に、手順 S 2 1 でリクエストにかかるセルのアドレスと、S D R A M のセンスアンプに入っている現在のデータのアドレスとを比較する。この比較によって次の 3 つの場合分けがなされることは図 5 のフローと同様である。

第 1 はセンスアンプにデータが入っていない場合であり、この場合には手順 S 2 2 に進み、アクティベート・リード動作 ("A + R") のコマンド若しくはアクティベート・ライト動作 ("A + W") のコマンドを発行してデータの入出力をする。次に
20 手順 S 2 4 に進み、必要な場合には、リード動作 ("R") のコマンド若しくはライト動作 ("W") のコマンドが発行される。
25 このコマンドの発行の後、手順 S 2 6 に進み、次のリクエストの待機状態に入る。

手順 S 2 1 の第 2 の場合はセンスアンプのデータのロウアドレスがリクエストにかかるセルのロウアドレスと一致する場合である。この場合には、手順 S 2 3 に進み、リード動作 ("R") のコマンド若しくはライト動作 ("W") のコマンドが発行される。センスアンプのデータのロウアドレスがリクエストにかかるセルのロウアドレスと一致する場合には、セルからセンスアンプまでの電荷を取り出すアクティベート動作 ("A") やセンスアンプからセルに対して電荷を蓄積させるプリチャージ動作 ("P") が不要となることから、単発のリード動作 ("R") のコマンド若しくはライト動作 ("W") のコマンドの発行だけで処理を進めることができ、このようにリード動作 ("R") 若しくはライト動作 ("W") の単発なコマンドで処理を進めることにより、不必要で消費電力が比較的に大きなアクティベート動作とプリチャージ動作を抑制することができる。このコマンドの発行の後、手順 S 2 6 に進み、次のリクエストの待機状態に入る。

手順 S 2 1 の第 3 の場合は、センスアンプにデータが入っている場合であって、そのデータのロウアドレスがリクエストにかかるセルのロウアドレスと一致しない場合である。この場合には、手順 S 2 5 に進み、図 7 のフローに移行する。図 7 では、更に 3 種類の処理方法が進められるが、プリチャージ動作 ("P") のコマンドが発行される手順 S 3 1 に進むか、プリチャージ・アクティベート動作 ("P + A") のコマンドが発行される手順 S 3 4 に進むか、プリチャージ・アクティベート・リード動作 ("P + A + R") のコマンド若しくはプリチャージ・アクティベート・ライト動作 ("P + A + W") のコマンドが発行

される手順 S 3 6 に進むかのどれかが選択される。どれを選択するかは、クロック周波数と各動作に必要な期間との関係で決まるようにすることも可能である。例えば、プリチャージ動作、アクティベート動作、リード動作の 3 つの動作を単独クロック
5 で処理できる場合に手順 S 3 6 に進み、3 つの動作を単独クロックで処理できない場合には手順 S 3 1 や手順 S 3 4 に進むように制御できる。

手順 S 3 1 に進んだ場合では、プリチャージ動作 ("P") を行うためのコマンドが発行され、次いでアクティベート・リード動作 ("A + R") のコマンド若しくはアクティベート・ライト動作 ("A + W") のコマンドが発行される (手順 S 3 2)。
10 これらの手順 S 3 1, S 3 2 の組み合わせから、プリチャージ動作、アクティベート動作、リード動作若しくはライト動作の 3 つの動作が実行されることになる。次に手順 S 3 3 に進み、
15 必要な場合には、リード動作 ("R") のコマンド若しくはライト動作 ("W") のコマンドが発行される。このコマンドの発行の後、手順 S 3 8 に進み、次のリクエストの待機状態に入る。

手順 S 3 4 に進んだ場合では、先ず、プリチャージ・アクティベート動作 ("P + A") のコマンドが発行され、次いで手順
20 S 3 5 でリード動作 ("R") のコマンド若しくはライト動作 ("W") のコマンドが発行される。このコマンドの発行の後、手順 S 3 8 に進み、次のリクエストの待機状態に入る。

手順 S 3 6 に進んだ場合では、プリチャージ・アクティベート・リード動作 ("P + A + R") のコマンド若しくはプリチャ
25 ージ・アクティベート・ライト動作 ("P + A + W") のコマンドが発行され、次に手順 S 3 7 に進み、必要な場合には、リー

ド動作（"R"）のコマンド若しくはライト動作（"W"）のコマンドが発行される。このコマンドの発行の後、手順S 3 8に進み、次のリクエストの待機状態に入る。

5 このようなフローチャートに従う処理によって、特にレイテンシーなどを変更せずに、不必要なアクティベート動作とプリチャージ動作を抑制することができ、低消費電力化を実現できることになる。また、プリチャージ動作、アクティベート動作、リード動作の3つの動作を単独クロックで処理できないような低周波数のクロック信号で動作させる場合でも効率の良い
10 処理が可能である。

次に、図8を参照しながら、本発明のSDRAMを搭載したPDA（Personal Digital Assistance）の例について説明する。このPDAは図示しない液晶表示部やタッチパネルなどに接続されるPDAコア部60を有しており、このPDAコア部
15 60には、所要の情報処理手順を進めるCPU61やコプロセッサ62が配設されている。CPU61はバスライン66に接続されており、このバスライン66を介して低速な回路部への接続部となるバスブリッジ67、高速な描画を実現するグラフィックエンジン63、画像の取り込みを行うカメラとの接続の
20 ためのカメラインターフェイス65、液晶表示部への信号の送受信を行うLCD（Liquid Crystal Display）コントローラ64などが接続されている。

バスブリッジ67には、USB（Universal Serial Bus）コントローラ81、I/O用のI/Oバス82、タッチパネルインターフェイス83、キーボードやジョグダイヤル、発光ダイオードなどのインターフェイス84などの回路が接続され、更にク
25

ロック信号CLKvとその周波数情報Infqを出力する周波数制御部76もバスブリッジ67に接続されている。

前述のバスライン66には、更に情報記憶デバイスであるSDRAM71及びDRAMコントローラ72が接続するように構成され、さらに外部メモリコントローラ73も接続する。DRAMコントローラ72は、SDRAM71に対する制御信号を送る回路部であり、特に本実施の形態のSDRAMでは、単独クロック内の複合動作のパターンの一例として、アクティベート・リード動作("A+R")と、アクティベート・ライト動作("A+W")と、これらの複合動作のパターンにそれぞれセンスアンプからセルに対して電荷を蓄積させるプリチャージ動作("P")を単独クロック内で先行させたプリチャージ・アクティベート・リード動作("P+A+R")及びプリチャージ・アクティベート・ライト動作("P+A+W")とが4つの拡張複合動作として実行可能となっている。これらの各コマンドはDRAMコントローラ72から情報記憶デバイスであるSDRAM71に送られる。また、DRAMコントローラ72には、例えば周波数制御部76から可変とされるクロック信号CLKvの周波数情報Infqが供給される。DRAMコントローラ72は周波数情報Infqを用いデコードなどの演算処理を行い、クロック信号CLKvの周波数が変わったときでもSDRAM71の最適な処理を行う。これらSDRAM71とDRAMコントローラ72からなるメモリシステム41では、クロック信号CLKvの周波数が変わった際に、周波数情報Infqに応じた処理で余分な待ち時間を省いた高速な処理が可能である。

また、メモリシステム41だけではなく、外部メモリコント

ローラ 7 3 についても拡張複合動作をさせるコマンドを発行し、外部メモリである S D R A M 7 5 が、複合動作を行うように構成しても良い。この拡張複合動作のパターンの一例として、同様に、アクティベート・リード動作 ("A + R") と、アクティベート・ライト動作 ("A + W") と、これらの複合動作のパターンにそれぞれセンスアンプからセルに対して電荷を蓄積させるプリチャージ動作 ("P") を単独クロック内で先行させたプリチャージ・アクティベート・リード動作 ("P + A + R") 及びプリチャージ・アクティベート・ライト動作 ("P + A + W") とが 4 つの拡張複合動作として挙げられる。また、可変とされるクロック信号 CLK_v の周波数情報 Inf_q を外部メモリコントローラ 7 3 に供給することもできる。外部メモリコントローラ 7 3 は、外部メモリバスを介して接続する R O M 7 4 や S D R A M 7 5 に対する制御信号を送出する回路である。この外部メモリコントローラ 7 3 でも周波数情報 Inf_q が用いられてデコードなどの演算処理を行い、クロック信号 CLK_v の周波数が変わった際に R O M 7 4 や S D R A M 7 5 での余分な待ち時間を省いた最適な処理を行う。これら外部メモリコントローラ 7 3 からなるコントローラ部 4 2 と、R O M 7 4 及び S D R A M 7 5 からなるメモリ部 4 3 とでメモリシステムが構成され、前述のメモリシステム 4 1 と同様に高速な処理が実現される。また、外部メモリコントローラ 7 3 に接続するメモリとして R O M 7 4 や S D R A M 7 5 は例示に過ぎず他のメモリや他の信号処理素子などであっても良い。更に、外部メモリコントローラ 7 3 と D R A M コントローラ 7 2 にそれぞれ供給される周波数情報 Inf_q も同じのものであっても良く、異なるクロック信

号を用いる場合などでは異なる周波数情報Infqを用いるようにしても良い。

図8はPDAの例について示したが、本実施の形態にSDRAMは、パーソナルコンピュータ、携帯電話機、その他の電子機器にも適用でき、特に低消費電力化が実現されるため、スリープモードや待機状態などが存在する機器に適用して望ましいものである。

なお、上述した一連の処理は、ハードウェアにより実行させることも可能であるが、ソフトウェアにより実行することも可能である。また、プログラムを記述したステップは、記載された順序に沿って時系列的に行われる処理は、必ずしも時系列的な処理に限らず並列的或いは個別的に実行される処理を含むものである。

なお、上述の実施の形態においては、主にメモリなどの記憶素子のコントローラに周波数情報Infqを読み取り制御を調整する機構を設けたものとして説明しているが、これに限定されず、他の信号処理素子や回路などに可変クロックが供給される場合であっても良く、その可変クロック信号の周波数情報を演算処理することで、必要な待ち時間の計算などにより最適化された情報処理を行う回路であっても良い。

また、本実施の形態が搭載される電子機器もPDAやパーソナルコンピュータに限定されず、プリンターやファクシミリ、パソコン用周辺機器、電話機、テレビジョン受像機、画像表示装置、通信機器、携帯電話機、カメラ、ラジオ、オーディオビデオ機器、デジタル家電製品、照明器具、ゲーム機やラジコンカーなどの玩具、電動工具、医療機器、測定機器、車両搭載用

機器、事務機器、健康美容器具、電子制御型ロボット、衣類型電子機器、各種電動機器、車両、船舶、航空機などの輸送用機械、家庭用若しくは事業用発電装置、その他の用途に使用できる種々の電子機器に搭載可能である。

5

産業上の利用可能性

本発明の情報記憶装置によれば、2つまたは3つの動作を行う如き拡張複合動作のコマンドを新たに設定し、これら拡張複合動作を同期クロックの略同一クロックを同期のタイミングとして処理することで、高効率なデータ処理が可能となる。また、複数の動作を行う場合でも3つの基本動作の全てを毎クロックごとに行うものではないように処理することで、動作の一部が省略可能となり、低消費電力化が可能である。

10

請求の範囲

1. 電荷を蓄積させることでデータを記憶する複数のメモリセルと、該メモリセルの電荷を増幅させる増幅器とを有し、該
5 データの入出力のタイミングに同期クロックが用いられる情報記憶装置において、

前記メモリセルから前記増幅器までの電荷を取り出す電荷取り出し動作又は前記増幅器から前記メモリセルに対して電荷を蓄積させる電荷蓄積動作と、前記増幅器について当該情報
10 記憶装置の外部に対する入出力動作との2つの動作を前記同期クロックの単独クロックを同期のタイミングとして処理することを特徴とする情報記憶装置。

2. 前記同期クロックの周波数は可変とされることを特徴とする請求項1記載の情報記憶装置。

15 3. 前記各動作は要求信号を受けて開始されるものであり、前記要求信号の受信時に該要求信号にかかるメモリセルのアドレスと、前記受信時における前記増幅器に一時的に保持されているデータのアドレスの比較が行われることを特徴とする請求項1記載の情報記憶装置。

20 4. 電荷を蓄積させることでデータを記憶する複数のメモリセルと、該メモリセルの電荷を増幅させる増幅器とを有する情報記憶装置において、

要求されたメモリセルのアドレスと前記増幅器に一時的に保持されているデータとを比較する比較器を備え、

25 前記比較器は、前記増幅器のデータのアドレスと一致しないとき、前記増幅器から前記メモリセルに対して電荷を蓄積させ

る電荷蓄積動作、前記増幅器について当該情報記憶装置の外部に対する入出力動作、前記メモリセルから前記増幅器までの電荷を取り出す電荷取り出し動作の順番で、1つの単独クロックを同期のタイミングとして一度にまとめて処理させるように指示を出すことを特徴とする情報記憶装置。

5 5. 前記比較器は、前記増幅器になにも保持されていないとき、前記メモリセルから前記増幅器までの電荷を取り出す電荷取り出し動作、前記増幅器について当該情報記憶装置の外部に対する入出力動作の順番で、1つの単独クロックを同期のタイミングとして一度にまとめて処理させるように指示を出すことを特徴とする請求項4記載の情報記憶装置。

10 6. 前記比較器は、前記増幅器のデータのアドレスと一致するときは、前記増幅器について当該情報記憶装置の外部に対する入出力動作をクロックを同期させて処理させるように指示を出すことを特徴とする請求項4記載の情報記憶装置。

15 7. 前記同期クロックの周波数は可変とされることを特徴とする請求項4記載の情報記憶装置。

8. 電荷を蓄積させることでデータを記憶する複数のメモリセルと、該メモリセルの電荷を増幅させる増幅器とを有し、同期クロックの単独クロック毎に前記メモリセルから前記増幅器までの電荷を取り出す電荷取り出し動作と、前記増幅器から前記メモリセルに対して電荷を蓄積させる電荷蓄積動作と、前記増幅器について当該情報記憶装置の外部に対する入出力動作とを行う情報記憶装置において、

25 要求されたメモリセルのアドレスと前記増幅器に入っているデータを比較する比較器を備え、

前記増幅器のデータのアドレスと一致するとき、前記同期クロックの単独クロックを同期のタイミングとして、前記増幅器から前記メモリセルに対して電荷を蓄積させる電荷蓄積動作、前記増幅器について当該情報記憶装置の外部に対する入出力動作、前記メモリセルから前記増幅器までの電荷を取り出す電荷取り出し動作の順番で一度にまとめて処理させるように指示を出すことを特徴とする情報記憶装置。

9. 前記同期クロックの周波数は可変とされることを特徴とする請求項8記載の情報記憶装置。

10. 10. 前記比較器は、前記同期クロックの周波数に応じて、前記増幅器から前記メモリセルに対して電荷を蓄積させる電荷蓄積動作、前記増幅器について当該情報記憶装置の外部に対する入出力動作の順番で一度にまとめて行う処理と、前記増幅器について当該情報記憶装置の外部に対する入出力動作、前記増幅器から前記メモリセルに対して電荷を蓄積させる電荷蓄積動作の順番で一度にまとめて行う処理とを行わせる指示を出すことを特徴とする請求項8記載の情報記憶装置。

11. 要求信号を受けた際に該要求信号にかかるメモリセルのアドレスと増幅器に一時的に保持されているデータのアドレスと比較する手順と、

比較した結果に応じて前記メモリセルから前記増幅器までの電荷を取り出す電荷取り出し動作と、前記増幅器から前記メモリセルに対して電荷を蓄積させる電荷蓄積動作と、前記増幅器について当該情報記憶装置の外部に対する入出力動作とを選択的に実行する手順とを有することを特徴とする情報記憶方法。

1 2 . 前記各動作の選択な実行手順は、同期クロックの略同一クロックを同期のタイミングとして処理されることを特徴とする請求項 1 1 記載の情報記憶方法。

1 3 . 前記同期クロックの周波数は可変であることを特徴とする請求項 1 1 記載の情報記憶方法。

1 4 . 選択的に実行される前記各動作は、2つ又はそれ以上の動作を組み合わせた処理を含むことを特徴とする請求項 1 1 記載の情報記憶方法。

1 5 . 要求信号を受けた際に該要求信号にかかるメモリセルのアドレスと増幅器に一時的に保持されているデータのアドレスと比較する手順と、

比較した結果に応じて前記メモリセルから前記増幅器までの電荷を取り出す電荷取り出し動作と、前記増幅器から前記メモリセルに対して電荷を蓄積させる電荷蓄積動作と、前記増幅器について当該情報記憶装置の外部に対する入出力動作とを選択的に実行する手順とを有する情報記憶方法を実行することを特徴とする情報記憶プログラム。

1 6 . 前記各動作の選択な実行手順は、同期クロックの略同一クロックを同期のタイミングとして処理されることを特徴とする請求項 1 5 記載の情報記憶プログラム。

1 7 . 選択的に実行される前記各動作は、2つ又はそれ以上の動作を組み合わせた処理を含むことを特徴とする請求項 1 5 記載の情報記憶プログラム。

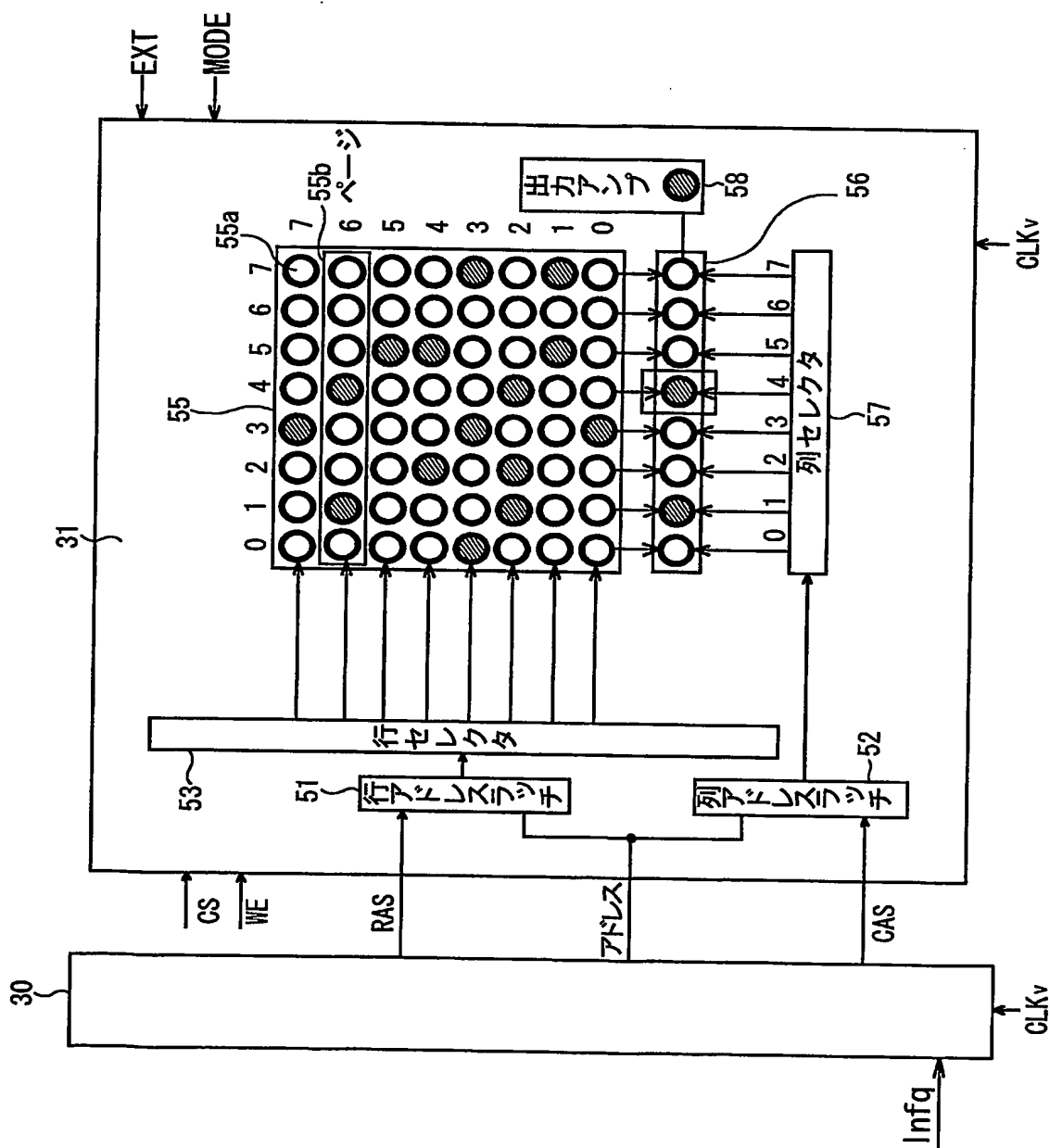


Fig.1

2/8

| 信号・コマンド対応表の一例 | | CS | RAS | QAS | WE | EXT | MODE | ローアドレス | バンク | コラムアドレス |
|---------------|------------|----|-----|-----|----|-----|------|--------|-----|---------|
| コマンド | 動作 | | | | | | | | | |
| DESL | 非動作 | H | X | X | X | X | X | X | X | X |
| NOP | 命令なし | L | H | H | H | H | X | X | X | X |
| READ | リード | L | H | L | H | H | X | X | V | V |
| WRITE | ライト | L | H | L | L | H | X | X | V | V |
| ACT | アクティベート | L | L | H | H | H | X | V | V | X |
| PRE | プリチャージ | L | L | H | L | H | X | V | V | X |
| PALL | 全バンクプリチャージ | L | L | H | L | H | X | X | X | X |
| REF | リフレッシュ | L | L | L | H | H | X | X | X | X |
| MRS | モードセット | L | L | L | L | H | X | * | * | * |
| BST | バーストストッブ | L | H | H | L | H | X | X | X | X |
| 拡張複合動作 | P+A+R | L | X | X | H | L | L | V | V+ | V |
| | P+A+W | L | X | X | L | L | L | V | V+ | V |
| | A+R | L | X | X | H | L | H | V | V+ | V |
| | A+W | L | X | X | L | L | H | V | V+ | V |

記号

L H X V *

意味

0 1

任意

有効

一部有効

(V+ は 2 倍の情報が必要なケースもあり)

Fig.2

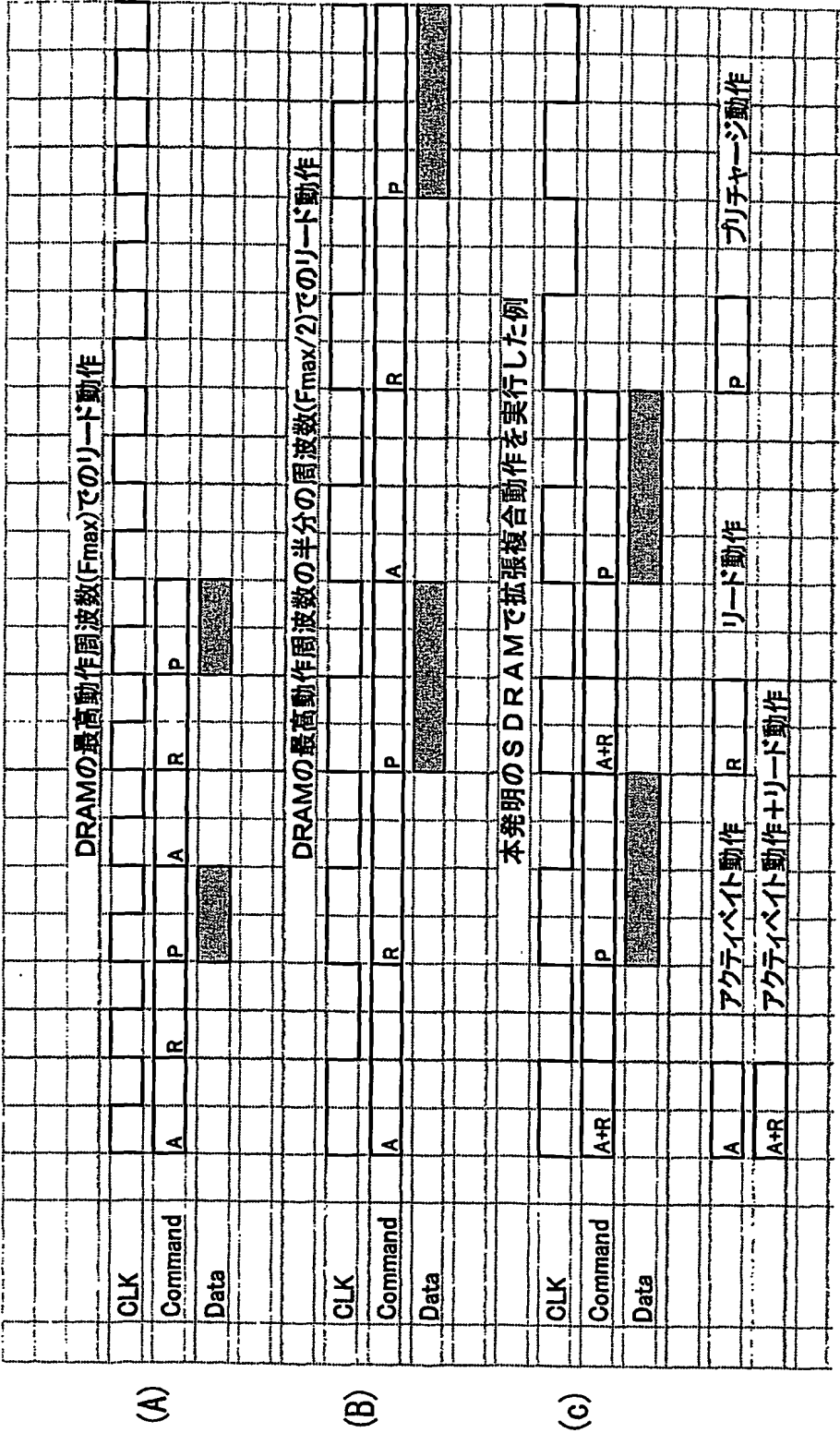


Fig.3

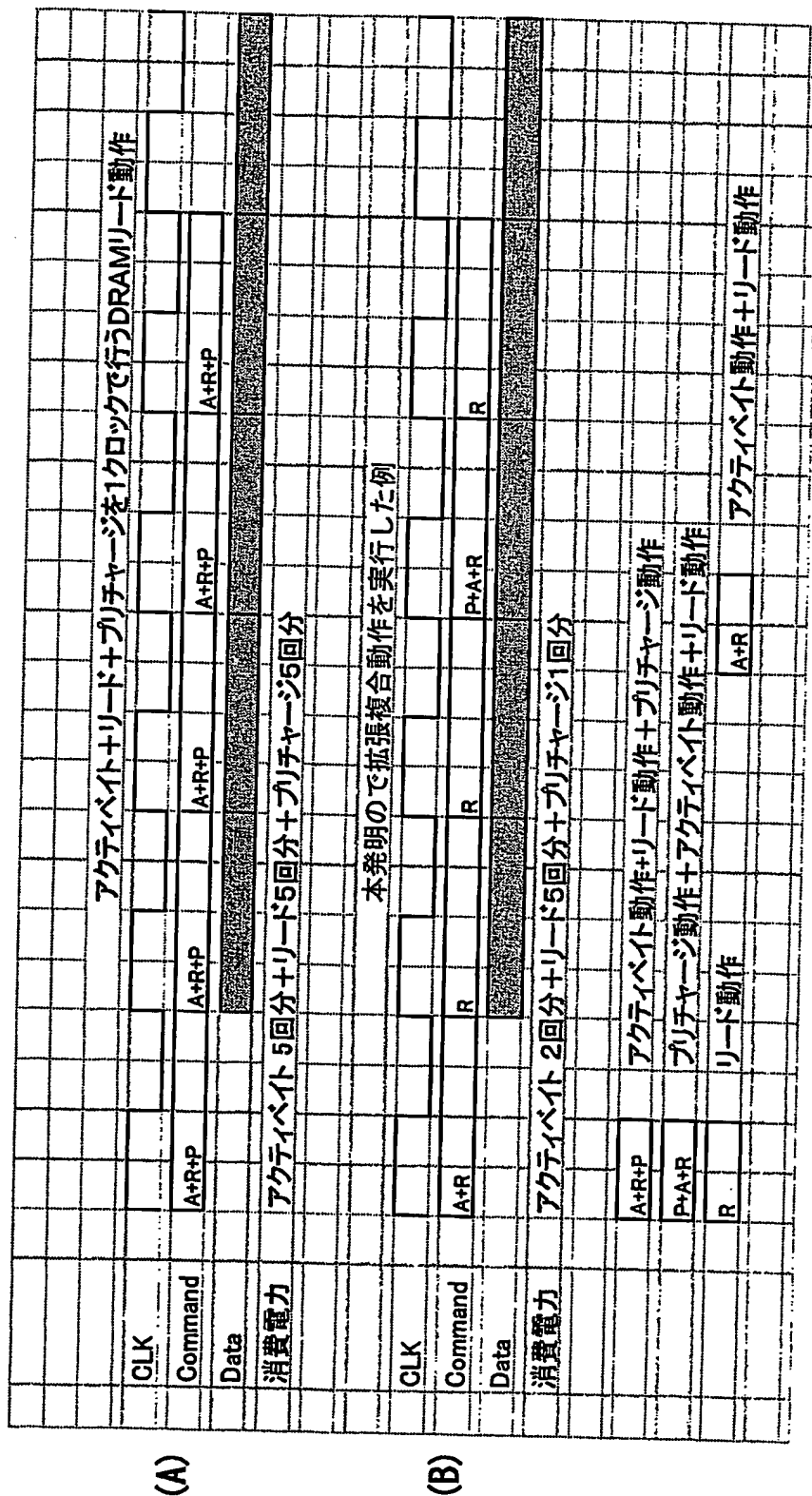


Fig.4

5/8

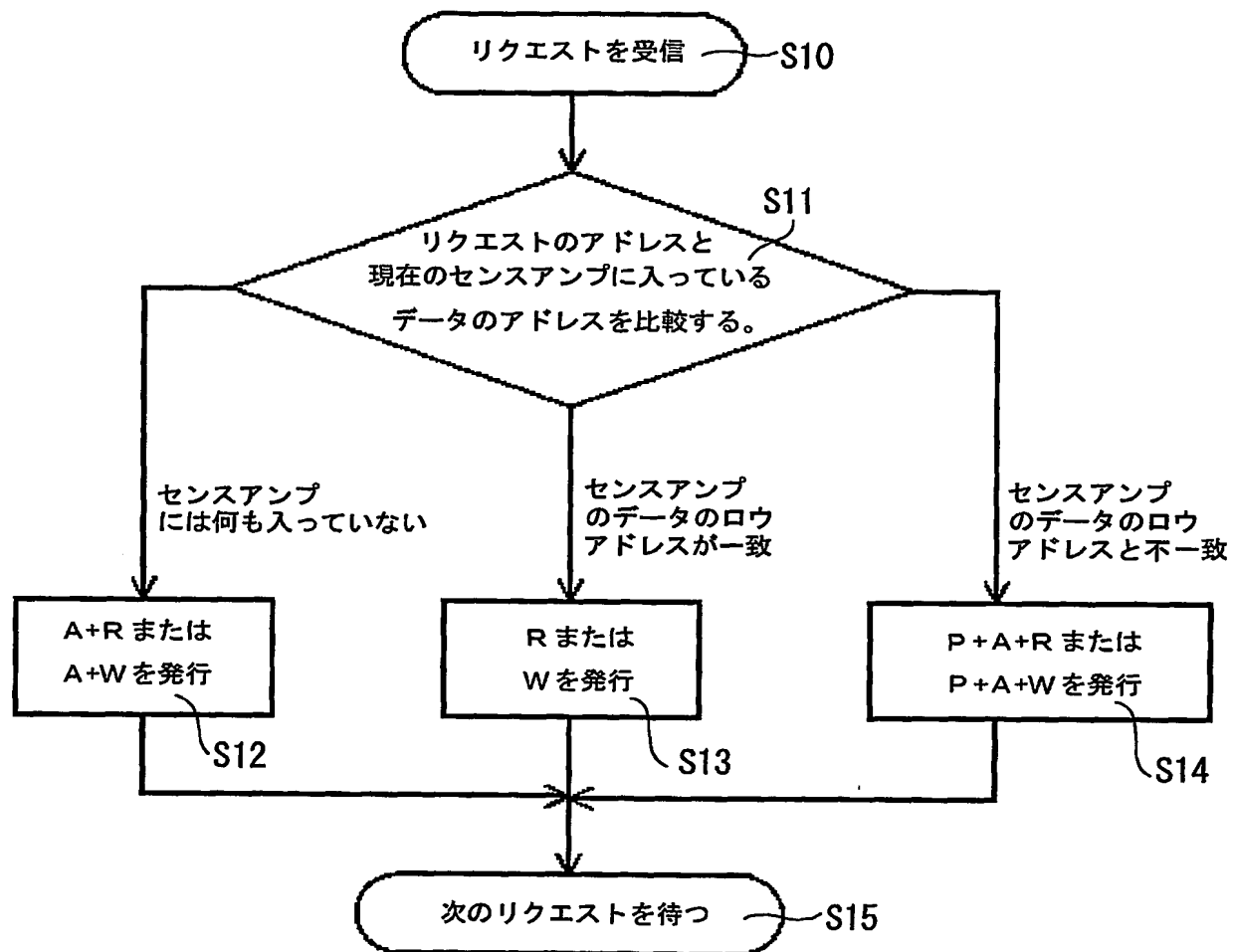


Fig.5

6/8

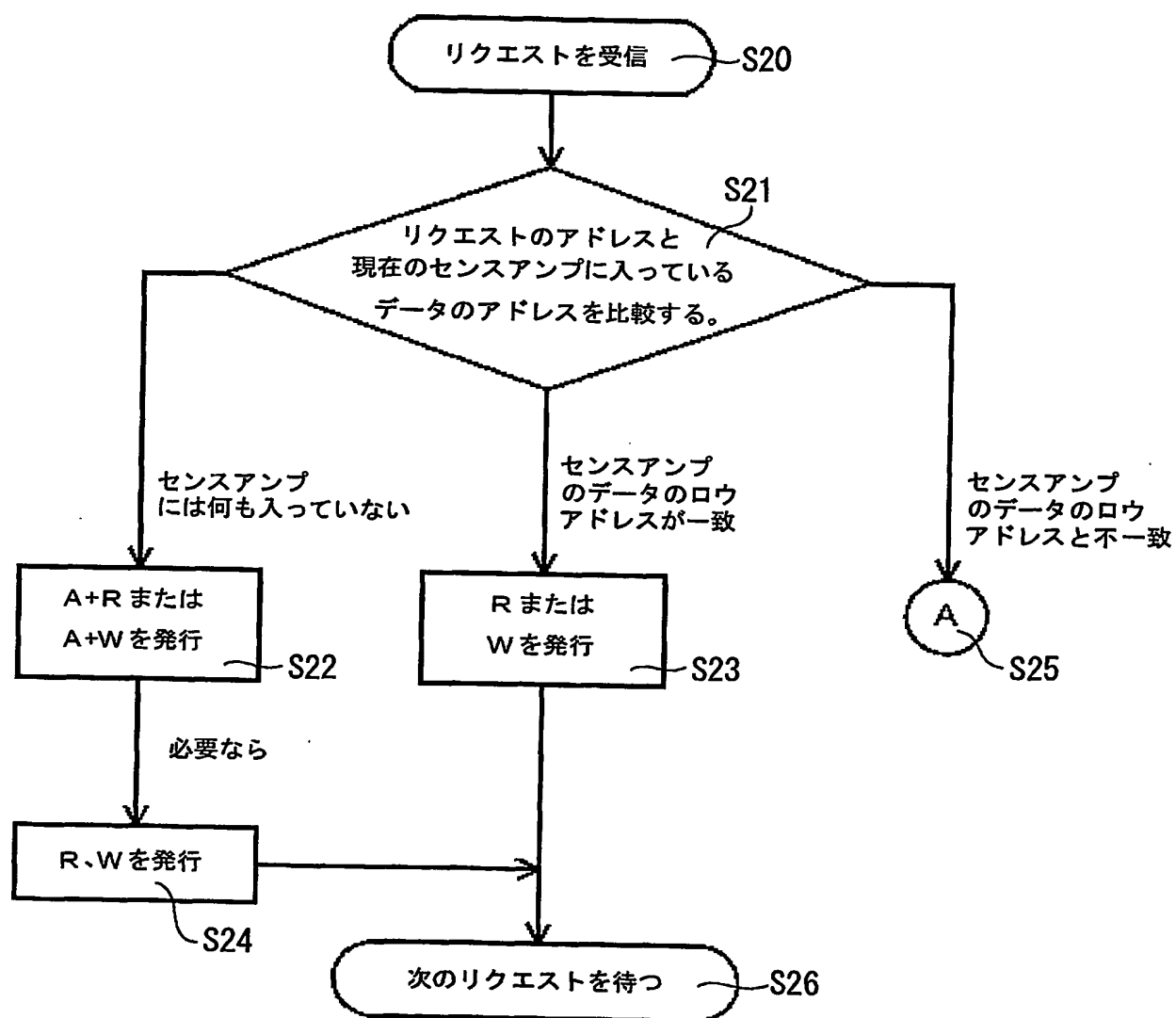


Fig.6

7/8

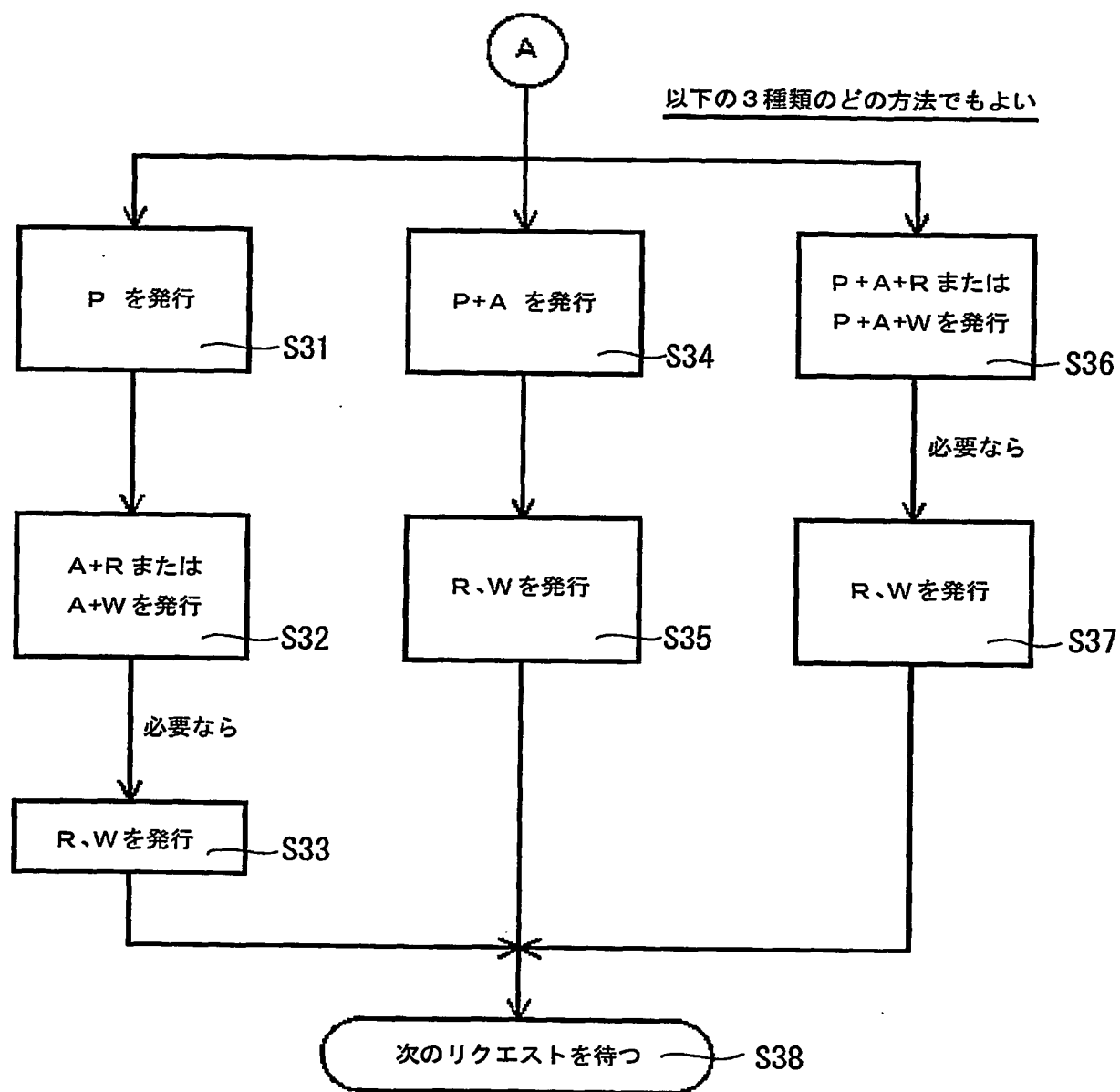


Fig.7

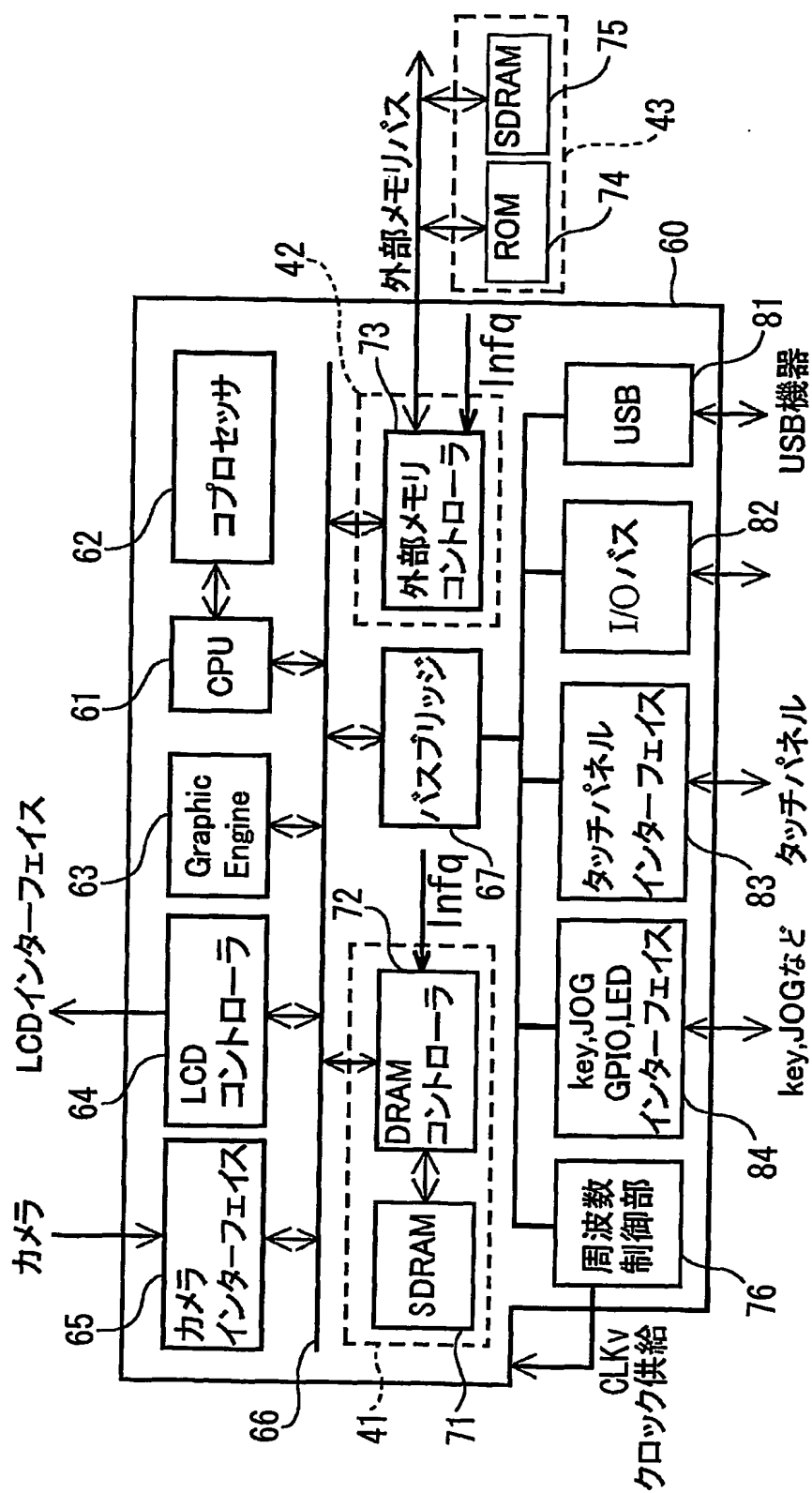


Fig. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/13832

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G11C11/407

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G11C11/407

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

| | | | |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho | 1922-1996 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2004 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2004 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2004 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| X | JP 2002-15575 A (Fujitsu Ltd.), | 1-3 |
| Y | 18 January, 2002 (18.01.02), Full text; all drawings & EP 1150301 A1 & US 2001/0038565 A1 & KR 2001/100919 A & US 6636449 B2 & US 2003/0202414 A1 | 4-7 |
| X | JP 2001-229674 A (Hitachi, Ltd.), | 1-3 |
| Y | 24 August, 2001 (24.08.01), Full text; all drawings & US 2001/0003514 A1 & US 6285626 B2 & KR 2001/061966 A & TW 522399 A | 4-7 |
| Y | JP 7-211062 A (Mitsubishi Electric Corp.), 11 August, 1995 (11.08.95), Full text; all drawings (Family: none) | 4-7 |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

| | |
|---|--|
| * Special categories of cited documents: | "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance | "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone |
| "E" earlier document but published on or after the international filing date | "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art |
| "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) | "&" document member of the same patent family |
| "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means | |
| "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed | |

Date of the actual completion of the international search
18 February, 2004 (18.02.04)

Date of mailing of the international search report
02 March, 2004 (02.03.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/13832

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| X | JP 2001-118383 A (Fujitsu Ltd.), 27 April, 2001 (27.04.01), Full text; all drawings & KR 2001/040049 A & US 6438055 B1 & TW 501134 A | 1,2 |
| A | JP 2002-208274 A (Hitachi, Ltd.), 26 July, 2002 (26.07.02), Full text; all drawings & US 2002/0057615 A1 & KR 2002/042755 A & US 6563755 B2 & TW 523908 A | 1,2 |
| X | JP 10-125062 A (Fujitsu Ltd.), 15 May, 1998 (15.05.98), Full text; all drawings (Family: none) | 11-17 |
| X | JP 2000-293983 A (Hitachi, Ltd.), 20 October, 2000 (20.10.00), Full text; all drawings (Family: none) | 11-17 |
| X | JP 8-255107 A (Toshiba Corp.), 01 October, 1996 (01.10.96), Full text; all drawings (Family: none) | 11-17 |
| A | JP 10-134572 A (International Business Machines Corp.), 22 May, 1998 (22.05.98), Full text; all drawings & TW 349196 A & KR 98/032272 A & SG 70607 A1 & KR 260683 B1 & US 6289413 B1 & JP 3335298 B2 | 1-17 |
| A | JP 2001-143466 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 25 May, 2001 (25.05.01), Full text; all drawings (Family: none) | 1-17 |
| A | JP 7-57457 A (NEC Corp.), 03 March, 1995 (03.03.95), Full text; all drawings & DE 69422349 D & EP 639835 A2 & US 5528552 A & EP 639835 A3 & KR 168464 B & DE 69422349 T | 1-17 |

| | | | |
|--|---|---------------------------|----------|
| A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl ⁷ G11C11/407 | | | |
| B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl ⁷ G11C11/407 | | | |
| 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2004年 日本国登録実用新案公報 1994-2004年 日本国実用新案登録公報 1996-2004年 | | | |
| 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語) | | | |
| C. 関連すると認められる文献 | | | |
| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 | |
| X Y | JP 2002-15575 A(富士通株式会社) 2002. 01. 18, 全文, 全図 & EP 1150301 A1 & US 2001/0038565 A1 & KR 2001/100919 A & US 6636449 B2 & US 2003/0202414 A1 | 1-3 4-7 | |
| X Y | JP 2001-229674 A(株式会社日立製作所) 2001. 08. 24, 全文, 全図 & US 2001/0003514 A1 & US 6285626 B2 & KR 2001/061966 A & TW 522399 A | 1-3 4-7 | |
| <input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。 | | | |
| * 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献 | | | |
| 国際調査を完了した日 18. 02. 2004 | | 国際調査報告の発送日 02. 3. 2004 | |
| 国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号 | | 特許庁審査官 (権限のある職員) 堀田 和義 | 5 N 8840 |
| | | 電話番号 03-3581-1101 内線 6840 | |

| C (続き) . 関連すると認められる文献 | | |
|-----------------------|---|------------------|
| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
| Y | JP 7-211062 A(三菱電機株式会社) 1995. 08. 11, 全文, 全図(ファミリーなし) | 4-7 |
| X | JP 2001-118383 A(富士通株式会社) 2001. 04. 27, 全文, 全図 & KR 2001/040049 A & US 6438055 B1 & TW 501134 A | 1, 2 |
| A | JP 2002-208274 A(株式会社日立製作所) 2002. 07. 26, 全文, 全図 & US 2002/0057615 A1 & KR 2002/042755 A & US 6563755 B2 & TW 523908 A | 1, 2 |
| X | JP 10-125062 A(富士通株式会社) 1998. 05. 15, 全文, 全図(ファミリーなし) | 11-17 |
| X | JP 2000-293983 A(株式会社日立製作所) 2000. 10. 20, 全文, 全図(ファミリーなし) | 11-17 |
| X | JP 8-255107 A(株式会社東芝) 1996. 10. 01, 全文, 全図(ファミリーなし) | 11-17 |
| A | JP 10-134572 A(インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション) 1998. 05. 22, 全文, 全図 & TW 349196 A & KR 98/032272 A & SG 70607 A1 & KR 260683 B1 & US 6289413 B1 & JP 3335298 B2 | 1-17 |
| A | JP 2001-143466 A(松下電器産業株式会社) 2001. 05. 25, 全文, 全図(ファミリーなし) | 1-17 |
| A | JP 7-57457 A(日本電気株式会社) 1995. 03. 03, 全文, 全図 & DE 69422349 D & EP 639835 A2 & US 5528552 A & EP 639835 A3 & KR 168464 B & DE 69422349 T | 1-17 |

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.